

63124 FR
PCA/EP04/51302

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

REC'D 07 SEP 2004

WIPO

PCT

COPIE OFFICIELLE

EPO - DG 1
13.07.2004
(108)

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 30 JUIN 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

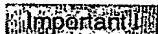
BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2



Remplir impérativement la 2ème page.

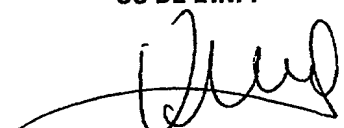
Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 190600

REMISE DES PIÈCES DATE 13 AOUT 2003 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0309910 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 13 AOUT 2003		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE SIMON Viviane THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand 94117 ARCUEIL cedex	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 63124			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE ET DISPOSITIF DE GENERATION D'ELEMENTS SPECIFIQUES, ET PROCEDE ET DISPOSITIF DE GENERATION D'IMAGES DE SYNTHESE COMPORTANT DE TELS ELEMENTS SPECIFIQUES			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN		5 . 5 . 2 . 0 . 5 . 9 . 0 . 2 . 4	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	173, boulevard Haussmann	
	Code postal et ville	75008	PARIS
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 13 AOUT 2003 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0309910 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	DB 540 W /190500
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		63124	
6 MANDATAIRE			
Nom		SIMON	
Prénom		Viviane	
Cabinet ou Société		THALES Intellectual Property	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325	
Adresse	Rue	31-33, avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL cedex
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 41 48 45 40	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 41 48 45 01	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence)</i> :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) SIMON Viviane		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	
13 AOUT 2003			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

L'invention concerne un procédé et un dispositif de génération d'éléments spécifiques ayant des caractéristiques distinctes de celles de la majorité des éléments génériques d'une image, notamment de feux calligraphiques ayant une résolution, une précision de positionnement ainsi qu'un contraste supérieurs au reste de l'image. Elle concerne aussi un procédé et un dispositif de génération d'images de synthèse utilisant le procédé de génération d'éléments spécifiques, ainsi qu'un simulateur de vol utilisant ce dispositif, notamment des simulateurs d'aéronefs pouvant être certifiés au plus haut niveau de qualification par les organismes officiels.

Dans un système visuel de simulateur d'avions ou d'hélicoptères, la représentation des feux de piste doit être extrêmement précise et réaliste afin de satisfaire aux exigences d'entraînement des pilotes, telles qu'elles sont définies par la réglementation en vigueur (niveau D des circulaires FAA AC120-40B et JAR STD 1A). La résolution de ces feux, leur précision de positionnement ainsi que leur contraste par rapport au reste de la scène excèdent la capacité des projecteurs actuels pilotés en mode « raster » (balayage de type télévision).

Cet affichage est donc réalisé par des projecteurs spécialisés affichant séquentiellement la scène visuelle constituée, par exemple, de polygones (pistes, bâtiments, sol...), dans un mode dit TV, puis enfin les feux de piste avec un mode particulier dit calligraphique où le spot peut être positionné en x-y n'importe où dans l'image et y rester le temps nécessaire pour obtenir la luminosité requise. Ce mode permet d'avoir à la fois des feux très lumineux et positionnés avec une très grande précision. De tels feux sont appelés feux calligraphiques ou bien encore points lumineux.

Aujourd'hui, pour de telles applications de simulateurs de vol sont utilisées des machines spécialisées de génération d'images complexes et coûteuses (plus de 100000€ par canal visuel). La réduction des coûts et de la complexité des dispositifs de génération d'images de synthèse pour de telles applications comportant des feux calligraphiques

pourrait être envisagée en utilisant les dernières cartes graphiques grand public. En effet, ces cartes graphiques grand public ont un niveau de performances et une qualité d'images qui permettraient de satisfaire les exigences de certification FAA/JAA. Mais ces cartes graphiques grand public ne permettent pas de générer de feux calligraphiques.

Dans l'architecture actuelle d'un générateur d'image de synthèse, le processeur de pixels calcule la luminosité des feux calligraphiques après avoir calculé la luminosité des pixels de l'image 2D. L'information de luminosité de chacun des feux est ensuite associée à ses coordonnées 2D pour affichage sur le projecteur en mode calligraphique. Cette méthode est rendue possible car les informations de profondeur par rapport à la position d'observation sont directement disponibles sur la carte (algorithme type Z-buffer, range buffer ou équivalent).

Donc, dans les dispositifs de génération d'images de synthèse actuels, la problématique de la gestion des feux calligraphiques et, en particulier, de leur occultation possible par d'autres éléments de la scène a été introduite au niveau de leur conception. Une telle intégration à la conception dans les cartes graphiques grand public n'est pas envisageable.

Dans une carte graphique du commerce pour PC, le processeur géométrique et le processeur de pixels sont intégrés sur le processeur graphique de la carte. Il est généralement impossible sans le support du constructeur de la carte, voire du processeur graphique, d'accéder aux informations de profondeur permettant de gérer les occultations.

Ceci introduit une dépendance vis à vis de constructeurs. Or, les constructeurs de ce type de cartes ne sont pas intéressés par le marché de la simulation, notamment au niveau le plus élevé des normes FAA/JAA. Ce désintéressement est lié au fait qu'il s'agisse d'une niche technologique trop étroite, représentant un marché de seulement une centaine de canaux par an.

De plus la solution actuelle est spécifique du processeur graphique utilisé et n'est, donc, pas immédiatement portable. L'utilisation d'une nouvelle carte équipée d'un processeur graphique différent
 5 nécessite alors une modification du calcul des feux calligraphiques.

La présente invention permet de palier ces inconvénients en séparant le procédé de génération des éléments génériques, notamment d'éléments de la scène d'observation, du procédé de génération des éléments spécifiques, notamment de feux calligraphiques, permettant ainsi
 10 l'utilisation pour la génération des éléments génériques de carte graphique grand public et pour l'implémentation séparée de ces deux procédés d'éléments génériques et d'éléments spécifiques sur des calculateurs classiques, par exemple de type PC.

15 Un objet de l'invention est un procédé de génération d'éléments spécifiques ayant des caractéristiques distinctes de celles de la majorité des éléments génériques d'une image tel que la génération de ces éléments spécifiques est réalisée de manière indépendante par rapport à la génération des éléments génériques de l'image.

20 De plus, le procédé de génération d'éléments spécifiques selon l'invention peut comporter la détermination de l'incidence de ces éléments génériques sur les éléments spécifiques.

25 En outre, la détermination de l'incidence sur les éléments spécifiques peut comporter, pour chaque élément spécifique :

- La classification des éléments génériques en éléments génériques à tester si ces éléments génériques sont contenus par une subdivision de la pyramide de vision définie par le point d'observation comportant
 30 l'élément spécifique,
- La détermination des éléments génériques ayant une incidence sur au moins un élément spécifique en parcourant l'ensemble des éléments génériques à tester afin de déterminer si l'un de ces éléments

génériques est intersecté par la droite passant par le point d'observation et l'élément spécifique,

- Le calcul de l'incidence sur l'élément spécifique à partir de l'élément générique déterminé comme ayant une incidence.
- 5 - La classification des éléments génériques permet de réduire la puissance de calcul requise.

L'invention propose aussi un dispositif de génération d'éléments spécifiques mettant en œuvre le procédé de génération
 10 d'éléments spécifiques ci-dessus, comportant des moyens de détermination de l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques.

Un autre objet de l'invention est un procédé de génération
 15 d'images de synthèse comportant des d'éléments spécifiques ayant des caractéristiques distinctes de celles de la majorité des éléments génériques des images caractérisé en ce qu'il comporte :

- sur une première voie :
 - l'extraction des coordonnées N-dimensions (N entier supérieur ou
 20 égal à 3) des éléments génériques, à partir du point d'observation fourni et d'une base de données visuelles,
 - le calcul de l'image 2D en fonction des coordonnées génériques extraites ;
- sur une deuxième voie, le procédé de génération d'éléments
 25 spécifiques décrit ci-dessus.

L'invention concerne, en outre, un dispositif de génération d'image de synthèse comportant :

- Sur une première voie, des moyens de génération d'éléments
 30 génériques mettant en œuvre l'extraction des éléments génériques et le calcul de l'image 2D du procédé de génération d'images de synthèse ci-dessus;

- Sur une deuxième voie, des moyens de génération d'éléments spécifiques mettant en œuvre le procédé de génération d'éléments spécifiques décrit ci-dessus .

5 L'invention peut être utilisé par un simulateur de vol comportant, donc, le dispositif de génération d'images de synthèse ci-dessus.

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description, faite à titre d'exemple, et des figures s'y rapportant qui représentent :

- 10 - Figure 1, un exemple d'architecture actuelle du procédé de génération de synthèse d'image avec feux calligraphiques selon l'état de l'art,
- Figure 2, un exemple d'architecture du procédé de génération de synthèse d'image avec éléments spécifiques selon l'invention,
- Figure 3, le principe de la méthode dite « du lancer de rayons » mise
15 en œuvre par le procédé de détermination d'incidence des éléments génériques sur des éléments spécifiques,
- Figures 4a et 4b, le principe de la classification des éléments génériques par subdivision de la pyramide de vision selon l'invention : la figure 4a montrant la pyramide avant subdivision et la figure 4b
20 après une première subdivision.

Le but du procédé de l'invention est de générer les éléments spécifiques F d'images de synthèse. Pour reproduire ces éléments spécifiques F, le projecteur est interfacé par une carte graphique
25 spécifique afin de commander le projecteur dans ce mode spécifique. Les éléments spécifiques F d'une image de synthèse se distingue des éléments génériques E_G de l'image en ce qu'ils ont des caractéristiques distinctes de reproduction des éléments génériques E_G . Ces caractéristiques distinctes sont, par exemple, que la résolution, et/ou la
30 précision, et/ou le contraste de ces éléments spécifiques F sont supérieurs à ceux des éléments génériques E_G .

Dans les exemples suivants, les éléments génériques E_G de l'image seront constitués par des polygones et les éléments spécifiques F

par des feux calligraphiques. Le mode spécifique sera, alors, le mode calligraphique et le mode générique le mode TV. Ces exemples sont transposables à tout type d'éléments génériques E_G : points, segments, polyèdres... et à tout type d'éléments spécifiques.

5

Dans l'architecture actuelle représenté par la figure 1, le procédé de génération d'images de synthèse est mis en œuvre par un générateur d'image complexe.

10

Ce générateur d'image complexe comporte deux voies :

- La première voie pour le mode TV fournissant les instructions de commande $C_S(t)$ de la carte graphique interfacant le projecteur pour reproduire la scène d'observation,
- La deuxième voie pour le mode calligraphique fournissant les instructions de commande $C_F(t)$ de la carte graphique spécifique interfacant le projecteur pour reproduire les feux calligraphiques F.

15

A partir de la position d'observation $P_o(t)$, les coordonnées 3D de la scène visuelle (des élément génériques) E_G sont extraits par des moyens d'extraction 11 d'une base de données visuelles B. Dans un premier temps, la géométrie 2D de l'image correspondant à la scène et des feux calligraphiques dans la fenêtre d'observation définie par le point d'observation $P_o(t)$ est calculée, par exemple, un processeur géométrique 12. Dans un deuxième temps, l'occultation et la luminosité des feux calligraphiques $L_f(t)$ sont calculées après avoir calculé la luminosité des pixels de l'image 2D $C_S(t)$, par exemple le processeur de pixels 13. La luminosité des pixels de l'image 2D $C_S(t)$ est transmis à une carte graphique (non représentée) pour commander le projecteur (non représentée) en mode TV.

20
25
30

A nouveau à partir de la position d'observation $P_o(t)$, les coordonnées 3D des feux calligraphiques (des élément spécifiques) F sont extraits de la base de données visuelles B par des moyens d'extraction des feux 21. Dans un premier temps, ces coordonnées 3D des feux

calligraphiques F dans la fenêtre d'observation définie par le point d'observation $P_o(t)$ sont convertis en coordonnées 2D par des moyens de conversion 22. Dans un deuxième temps, l'information de luminosité de chacun des feux $L_f(t)$ calculée par la première voie est ensuite associée

5 par des moyens d'association 24, à ses coordonnées 2D déterminées par la deuxième voie pour affichage sur le projecteur en mode calligraphique. Cette méthode est rendue possible car les informations de profondeur par rapport au point d'observation sont directement disponibles sur la carte (algorithme type Z-buffer , range buffer ou équivalent).

10

Afin de réduire les coûts et la complexité des générateurs d'image de synthèse avec éléments spécifiques, tels que, notamment, des feux calligraphiques, l'invention propose une nouvelle architecture de la méthode de génération de telles images et, en particulier, de génération

15 d'éléments spécifiques qui à l'avantage de rendre indépendante la génération des éléments spécifiques de la génération des éléments génériques. Ainsi, en séparant la génération d'éléments spécifiques 20 de la génération d'éléments génériques 10, l'utilisation de carte graphique et de calculateur(s) grand public est rendue possible.

20

La nouvelle architecture proposée figure 2 permet, donc, de calculer d'une façon complètement indépendante l'image TV et les feux calligraphiques. L'avantage principal de cette solution est qu'elle permet de suivre l'évolution continue des performances des processeurs graphiques

25 en utilisant la carte graphique la plus performante du moment sans modifier le calcul des feux calligraphiques.

La méthode de génération d'éléments spécifiques faisant l'objet de l'invention est illustrée par la deuxième voie de la figure 2.

30

Des moyens d'extraction 21' extraient de la base de données visuelles B , à partir de la position d'observation $P_o(t)$, les coordonnées 3D non seulement des éléments spécifiques F , des feux calligraphiques dans notre exemple, comme dans l'art antérieur, mais aussi des éléments

génériques E_G , des polygones constituant la scène dans notre exemple. Les coordonnées 3D extraites des éléments spécifiques F sont converties en 2D par des moyens de conversion 22, et l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques, la luminosité des feux calligraphiques en fonction de l'occultation dans notre exemple, $L_i(t)$ est déterminée par des moyens de détermination d'incidence 23. Les moyens d'association 24 reçoivent les coordonnées 2D des feux des moyens de conversion 22 et l'information de luminosité de chacun des feux $L_f(t)$ calculée par les moyens de détermination d'incidence 23.

10

Pour mettre en œuvre une telle méthode de génération d'éléments spécifiques, la deuxième voie ou voie calligraphique peut comporter un ou plusieurs calculateur(s) PC ou équivalent synchronisé(s) avec le précédent possédant une copie de la base de données B et calculant les occultations par une méthode de détermination de l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques implanté 23, par exemple, d'une façon purement logicielle. Cette méthode de détermination de l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques 23 est décrite plus en détail ci-après.

20

Une carte au format PCI ou équivalent assure l'interface avec l'entrée calligraphique du projecteur. Elle permet également de générer des effets atmosphériques spéciaux par défocalisation des feux. Cette carte est simple et peu coûteuse, elle doit être configurée par programmation d'un FPGA suivant le projecteur utilisé.

25

La méthode de génération d'image de synthèse comportant des éléments spécifiques proposée par l'invention comporte donc sur une première voie ou voie graphique TV une méthode de génération d'éléments génériques 10 comportant :

30

- l'extraction 11 des coordonnées N -dimensions (N entier supérieur ou égale à 3) des éléments génériques E_G , à partir du point d'observation fourni $P_o(t)$ et d'une base de données visuelles B ,

- le calcul 12' de l'image 2D en fonction des coordonnées génériques E_G extraites.

Cette voie graphique TV peut comporter un PC ou équivalent
5 avec carte graphique commerciale standard non modifiée.

Cette nouvelle architecture permet d'utiliser une ou plusieurs machines suivant les performances demandées et les technologies du commerce disponibles, et elle présente donc une très grande souplesse
10 dans son dimensionnement. Un système visuel ne possédant pas la fonction calligraphique peut maintenant facilement être modernisé grâce à cette solution, et ce sans remettre en cause l'architecture existante.

Ainsi, le dispositif de génération d'images de synthèse
15 comportant des moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) et des moyens (20) de génération d'éléments spécifiques (F) peut comporter :

- Soit un seul premier processeur (non représenté) comportant à la fois comportant les moyens (20) de génération d'éléments spécifiques (F)
20 pouvant être interfacé à au moins un projecteur par une carte électronique et les moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G)
- Soit un premier processeur comportant les moyens (20) de génération d'éléments spécifiques (F) pouvant être interfacé à au moins un
25 projecteur par une carte électronique, et un deuxième processeur comportant les moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G). Ledit premier processeur pouvant comporter la carte graphique du mode générique.

30 De plus, la souplesse de la solution de séparation des deux voies illustrée par la figure 2 permet la réalisation d'effets spéciaux basés sur l'utilisation des feux calligraphiques, tels que la réflexion des feux sur piste mouillée de manière très réaliste, alors que cela est pratiquement impossible avec une solution traditionnelle.

L'invention repose aussi sur la détermination de l'incidence des éléments génériques sur les éléments spécifiques, par exemple, par un algorithme d'occultation très performant en terme de puissance de calcul, 5 pouvant être exécuté sur un ordinateur classique de type PC.

Le calcul de l'occultation, par rapport à un observateur, d'un point appartenant à une scène visuelle est très coûteux en terme de puissance de calcul requise avec une solution classique ou exige une 10 carte de calcul spécialisée, couplée au reste du générateur d'images.

La méthode de détermination d'incidence, notamment d'occultation, décrite ci-après permet de réduire considérablement la puissance de calcul requise grâce à sa conception adaptée au problème 15 posé, à savoir l'occultation de points lumineux. Les exigences d'entraînement fixent à environ 5000 le nombre de feux à calculer par canal graphique dans un temps de calcul imparti inférieur à 25 ms.

La méthode utilisée afin de déterminer si les éléments 20 génériques ont une incidence sur les éléments spécifiques (notamment, si les feux calligraphiques sont vus ou occultés) est basée sur le « lancer de rayons ».

La détermination des éléments génériques (E_G) ayant une 25 incidence sur au moins un élément spécifique est effectuée en parcourant l'ensemble des éléments génériques (E_G) à tester afin de déterminer si l'un de ces éléments génériques (E_G) est intersecté par la droite passant par le point d'observation et l'élément spécifique,

30 Dans notre exemple, l'image est constituée par des éléments génériques E_G composés de polygones et des éléments spécifiques (de feux) représentés par des étoiles. Le principe du lancer de rayons présenté par la figure 3 consiste à définir pour chaque feu la droite passant par le point d'observation $P_o(t)$ et ce feu F_k ($1 \leq k \leq K$), et à

parcourir l'ensemble des polygones de l'image pour déterminer si l'un d'entre eux est intersecté par la droite (et donc occulte le feu considéré). Cependant, étant donné le nombre très élevé de polygones et de feux présents dans les images traitées habituellement, le lancer de rayons décrit ci-dessus mènerait inévitablement à un nombre de calculs exponentiel rendant cette méthode lourde en terme de coût de calculs.

Afin de réduire le coût de calcul de la méthode de détermination d'incidence, le principe du lancer de rayon peut être conservé tout en mettant également en œuvre une classification des rayons permettant de réduire énormément le nombre d'intersections calculées.

Cette classification des éléments génériques (E_G) permet de ne retenir comme éléments génériques (E_G) à tester les éléments génériques (E_G) contenus par une subdivision de la pyramide de vision définie par le point d'observation comportant l'élément spécifique comme l'illustrent les figures 4a et 4b.

Ainsi la méthode de détermination d'incidence utilisant la classification permet d'éviter un traitement exhaustif des intersections droites / polygones, très coûteuses, en construisant à chaque cycle une classification de ces éléments en fonction de leur position par rapport à l'observateur. Cette classification est réalisée en subdivisant la pyramide de vision, ce qui permet dans bien des cas de ne plus tester certains polygones, dont on sait qu'ils ne pourront occulter aucun feu.

Dans l'exemple illustré par les figures 4a et 4b, la subdivision de la pyramide de vision Y_v de la figure 4a mène à deux sous-pyramides Y_{s1} et Y_{s2} de la figure 4b. Dans le cas illustré par la figure 4b, la classification permet de constater que l'une des sous-pyramides Y_{s2} ne contient aucun feu F_k (les feux étant représentés par des étoiles), et qu'il est donc inutile de prendre en compte tous les polygones E_G (représentés par des segments de droites) qu'elle contient.

Ce principe de subdivision, appliqué à plusieurs reprises, permet d'obtenir une partition de la pyramide de vision Y_v sous forme d'arborescence et, finalement, de réduire considérablement le nombre d'intersections droites / polygones calculées.

5

Ayant ainsi déterminer, plus rapidement grâce à la classification, l'élément générique E_G ayant une incidence sur un élément spécifique donné F_k , l'incidence est calculée (par exemple la luminosité résultante dans le cas d'une occultation totale ou partielle, la
10 défocalisation dans le cas d'effets atmosphériques, la réflexion optique dans le cas d'une réflexion sur un élément générique tel que, notamment, une surface mouillée ...).

L'originalité de la méthode de détermination d'incidence avec
15 classification repose sur quatre facteurs :

- la structure de données est ainsi optimisée.
- La classification des rayons tracés permet de réduire considérablement le nombre d'intersections calculées.
- Une partie des traitements peuvent être effectués de façon
20 asynchrone, parce que les résultats ne varient pas rapidement. Ils correspondent à un premier dégrossissage de la liste des éléments pouvant avoir une incidence sur les feux calligraphiques.
- Le calcul de l'incidence proprement dite est réalisé de façon synchrone.

25

Ainsi, la classification et la détermination des éléments génériques (E_G) ayant une incidence peuvent être réalisées de manière asynchrone, et le calcul de l'incidence peut être réalisé de manière synchrone.

30

La présente méthode de détermination d'incidence avec classification permet de traiter tous les cas de fonctionnements opérationnels, incluant notamment les cas d'occultation par des objets mobiles dans la scène (véhicules au sol ou trafic aérien) ou par des faces

semi-transparentes ou texturées, comme des couches nuageuses par exemple.

La présente méthode de détermination d'incidence avec
 5 classification permet de diviser environ par 10 la puissance de calcul
 nécessaire comparée aux algorithmes classiques utilisés aujourd'hui.

Le dispositif de génération d'images de synthèse avec feux
 calligraphique permet le traitement des feux calligraphiques par une
 10 solution purement logicielle fonctionnant sur un matériel du commerce,
 utilisant un algorithme de lancer de rayons pour le calcul d'occultation des
 feux calligraphiques, avec :

- Une structure de données optimisée et une classification des rayons
 tracés permettant de réduire le nombre d'intersections calculées.
- 15 - Une partie des calculs d'occultation effectuée de façon asynchrone et
 le calcul de l'occultation proprement dite réalisée de façon synchrone.

Les simulateur de vol équipé d'un tel dispositif de génération d'images de
 synthèse mettant en œuvre le procédé de génération d'éléments
 20 spécifique de l'invention satisfont la réglementation en vigueur. En
 particulier, la méthode de détermination d'incidence avec classification
 permet de répondre à certaines des exigences en terme d'occultation et
 de réflexion de cette réglementation.

25 La présente invention se rapporte donc à une nouvelle
 architecture comportant deux voies séparées correspondant,
 respectivement aux modes générique et spécifique, permettant l'utilisation
 de cartes graphiques grand public et l'implantation des calculs
 d'occultation des feux sur des calculateurs du commerce de type PC ce
 30 qui permet d'économiser le développement et l'achat de cartes graphiques
 spécialisées toujours très onéreuses.

REVENDECATIONS

1. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) ayant des caractéristiques distinctes de celles de la majorité des éléments génériques (E_G) d'une image caractérisé en ce que la génération de ces
 5 élément spécifiques (F) est réalisée de manière indépendante par rapport à la génération des éléments génériques (E_G) de l'image.
2. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte la détermination
 (23) de l'incidence de ces éléments génériques (E_G) sur les éléments
 10 spécifiques (F).
3. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon la revendication précédente caractérisé en ce que la détermination de l'incidence sur les éléments spécifiques (F) comporte, pour chaque éléments spécifiques (F) :
- 15 – La classification des éléments génériques (E_G) en éléments génériques (E_G) à tester si ces éléments génériques (E_G) sont contenus par une subdivision de la pyramide de vision définie par le point d'observation comportant l'élément spécifique,
- La détermination des éléments génériques (E_G) ayant une incidence
 20 sur au moins un élément spécifique en parcourant l'ensemble des éléments génériques (E_G) à tester afin de déterminer si l'un de ces éléments génériques (E_G) est intersecté par la droite passant par le point d'observation et l'élément spécifique,
- Le calcul de l'incidence sur l'élément spécifique à partir de l'élément
 25 générique déterminé comme ayant une incidence.
4. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon la revendication précédente caractérisé en ce que caractérisé en ce que la classification et la détermination des éléments génériques (E_G) ayant une incidence sont réalisées de manière asynchrone, et en ce que le calcul de
 30 l'incidence est réalisé de manière synchrone.
5. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon l'une quelconques des revendications 3 ou 4 caractérisé en ce que l'incidence

consiste soit en une occultation totale ou partielle, soit en un effet atmosphérique, soit en une réflexion.

6. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon l'une quelconques des revendications 2 à 5 caractérisé en ce qu'il comporte :

- 5 – l'extraction des coordonnées N-dimensions (N entier supérieur ou égale à 3) des éléments spécifiques (F) et des éléments génériques (E_G) , à partir un point d'observation fourni $P_o(t)$ et d'une base de données visuelles (B),
- la détermination de l'incidence (23) à partir des coordonnées extraites,
- 10 – la conversion (22) des cordonnées des éléments spécifiques (F) dans un format M-dimensions prédéterminé (M entier supérieur ou égale à 2),
- l'association (24) à ces coordonnées M-dimensions de l'incidence déterminée, fournissant des coordonnées et des caractéristiques de
- 15 génération des éléments spécifiques $C_F(t)$.

7. Procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon l'une quelconques des revendications précédentes caractérisé en ce que les éléments spécifiques (F) correspondent aux éléments affichés dans un mode calligraphique et les éléments génériques (E_G) aux éléments

20 affichés dans un mode TV.

8. Dispositif de génération d'éléments spécifiques (F) mettant en œuvre le procédé de génération d'éléments spécifiques (F) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (23) de détermination de l'incidence des éléments génériques

25 (E_G) sur les éléments spécifiques (F).

9. Procédé de génération d'images de synthèse comportant des d'éléments spécifiques (F) ayant des caractéristiques distinctes de celles de la majorité des éléments génériques (E_G) des images caractérisé en ce qu'il comporte :

- 30 – sur une première voie (10):
 - l'extraction (11) des coordonnées N-dimensions (N entier supérieur ou égale à 3) des éléments génériques (E_G) , à partir du point d'observation fourni $P_o(t)$ et d'une base de données visuelles (B),

- le calcul (12) de l'image 2D en fonction des coordonnées génériques (E_G) extraites ;
 - sur une deuxième voie (20), le procédé de génération d'éléments spécifiques (F) de l'une quelconque des revendications 1 à 7.
- 5 10. Dispositif de génération d'image de synthèse comportant :
- Sur une première voie, des moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) mettant en œuvre l'extraction (11) des éléments génériques (E_G) et le calcul (12') de l'image 2D du procédé de génération d'images de synthèse de la revendication 9 ;
- 10 – Sur une deuxième voie, le dispositif de génération d'éléments spécifiques (20) selon la revendication 8.
11. Dispositif de génération d'images de synthèse selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte au moins un premier processeur comportant les moyens (20) de génération d'éléments
- 15 spécifiques (F) pouvant être interfacé à au moins un projecteur par une carte électronique, ledit premier processeur comportant cette dite carte.
12. Dispositif de génération selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième processeur comportant les moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) .
- 20 13. Dispositif de génération selon la revendication 11 caractérisé en ce que ledit premier processeur comporte en outre les moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) .
14. Simulateur de vol caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de génération d'images de synthèse selon l'une quelconque des
- 25 revendications 8 à 13.

- le calcul (12) de l'image 2D en fonction des coordonnées génériques (E_G) extraites ;
 - sur une deuxième voie (20), le procédé de génération d'éléments spécifiques (F) de l'une quelconque des revendications 1 à 7.
- 5 10. Dispositif de génération d'image de synthèse comportant :
- Sur une première voie, des moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) mettant en œuvre l'extraction (11) des éléments génériques (E_G) et le calcul (12') de l'image 2D du procédé de génération d'images de synthèse de la revendication 9 ;
- 10 – Sur une deuxième voie, le dispositif de génération d'éléments spécifiques (20) selon la revendication 8.
11. Dispositif de génération d'images de synthèse selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte au moins un premier processeur comportant les moyens (20) de génération d'éléments
- 15 spécifiques (F) pouvant être interfacé à au moins un projecteur par une carte électronique, ledit premier processeur comportant cette dite carte.
12. Dispositif de génération selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième processeur comportant les moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) .
- 20 13. Dispositif de génération selon la revendication 11 caractérisé en ce que ledit premier processeur comporte en outre les moyens (10) de génération d'éléments génériques (E_G) .
14. Simulateur de vol caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de
- 25 génération d'images de synthèse selon l'une quelconque des revendications 8, 10 à 13.

λ/ω

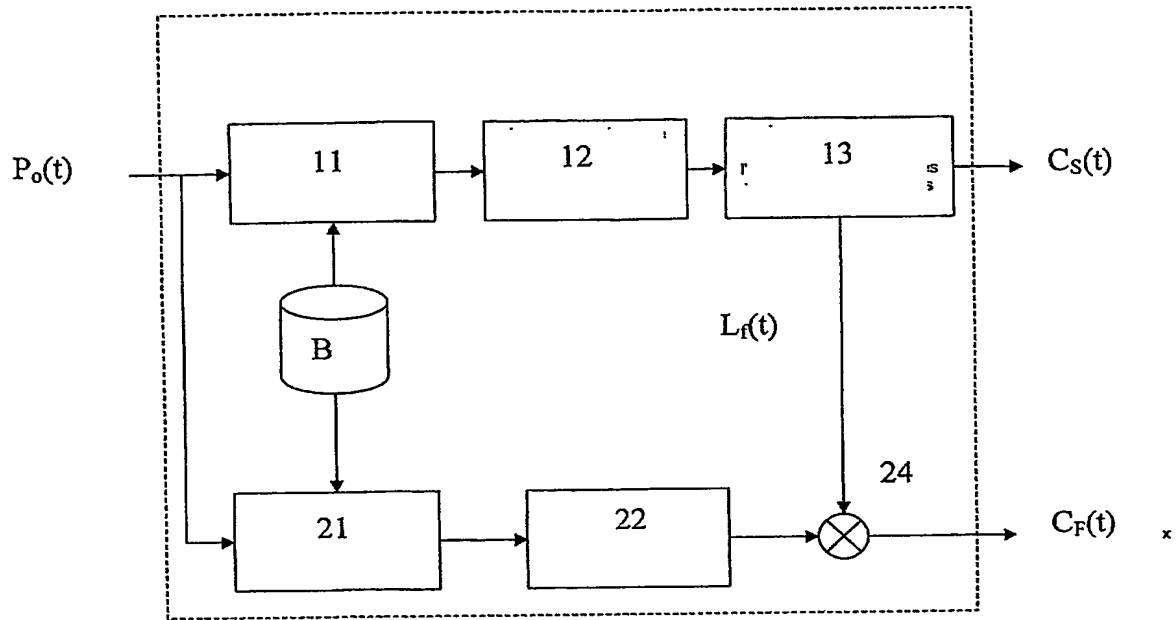


Fig. 1

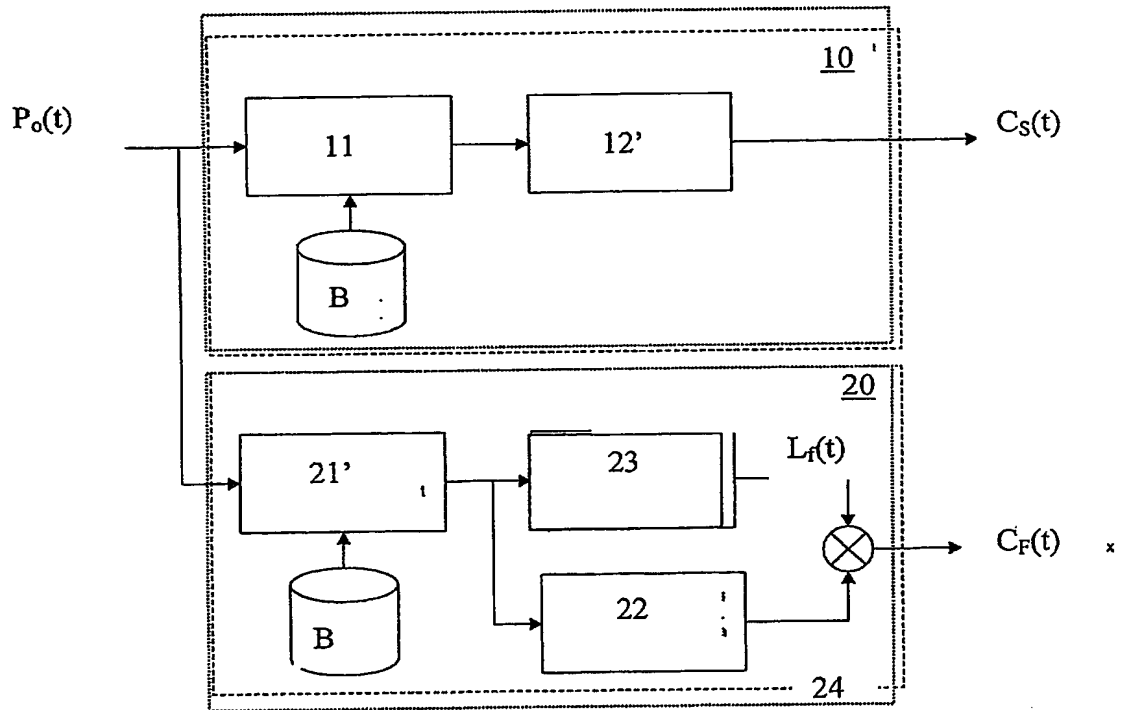


Fig. 2

1/2

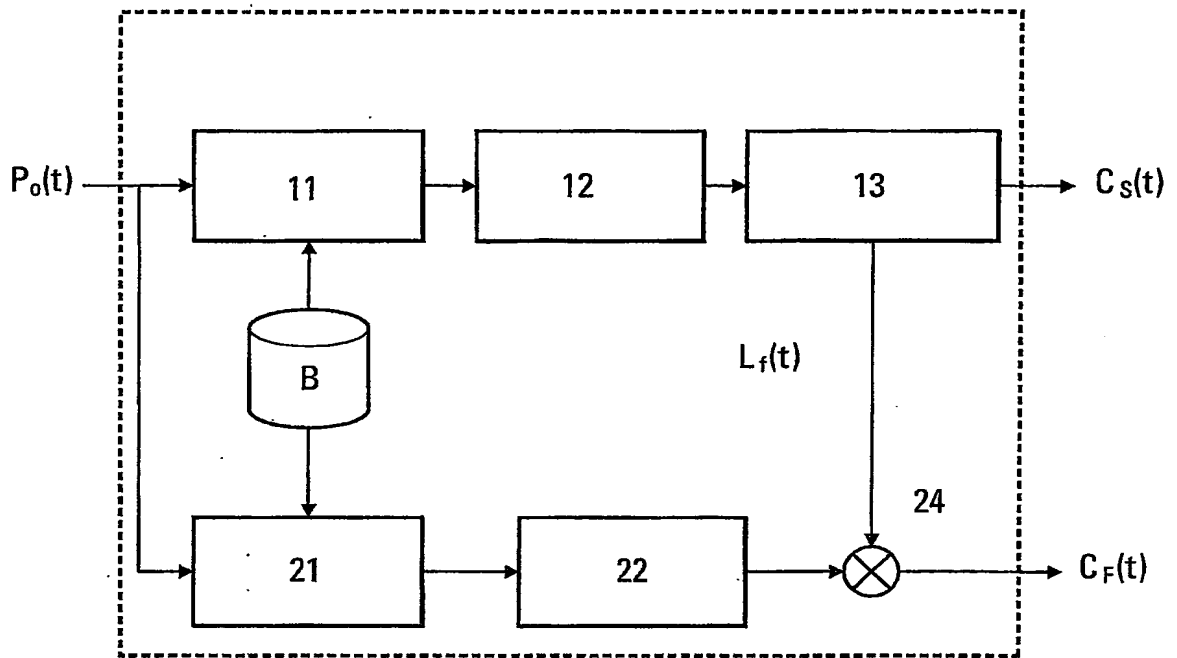


Fig. 1

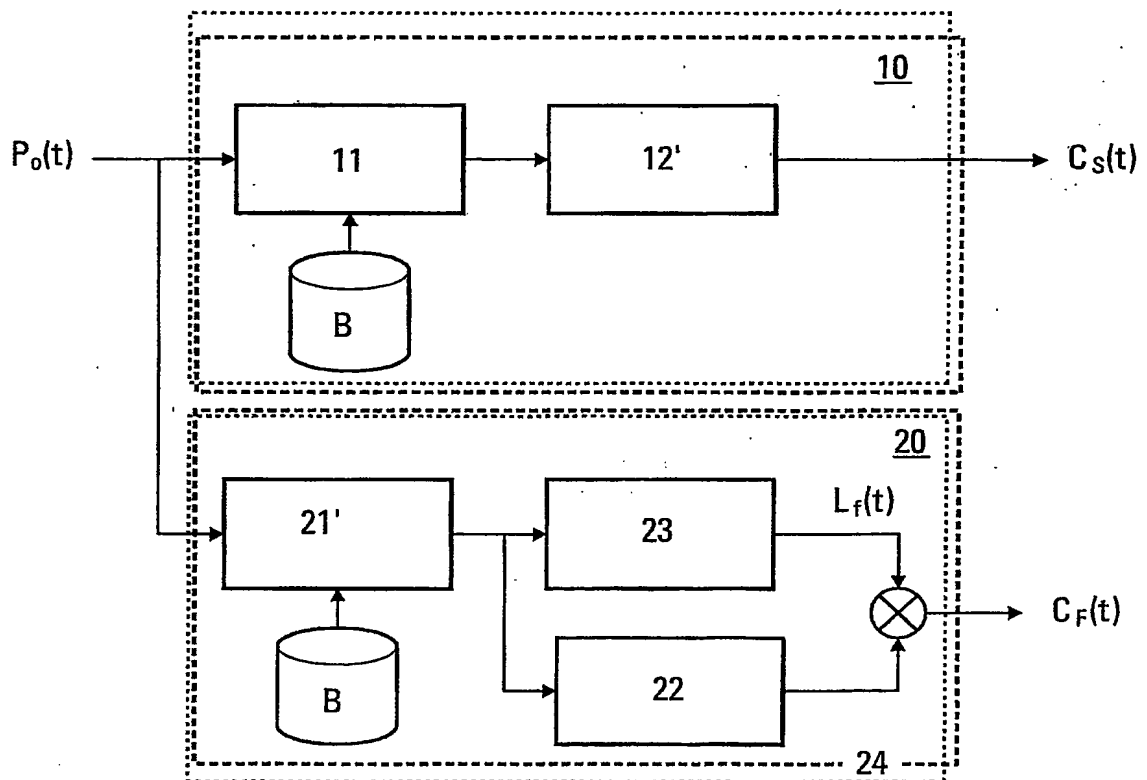


Fig. 2

2/2

$P_o(t)$

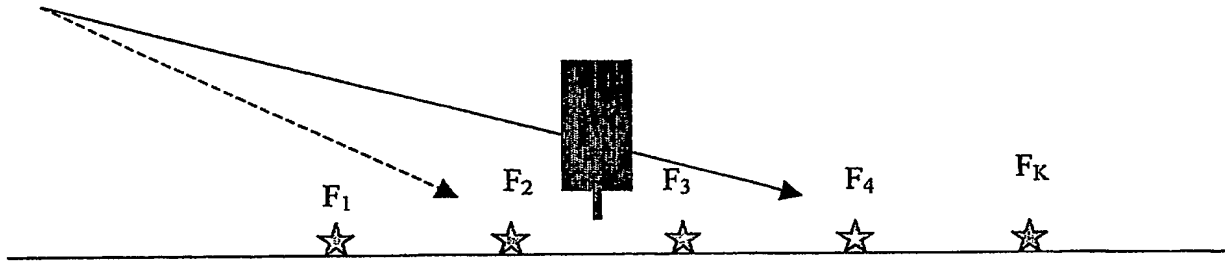


Fig. 3

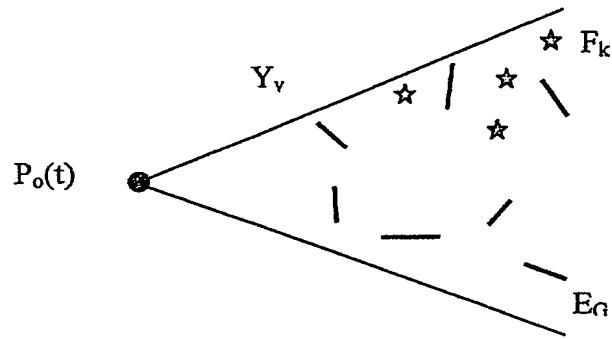


Fig. 4a

SUBDIVISION

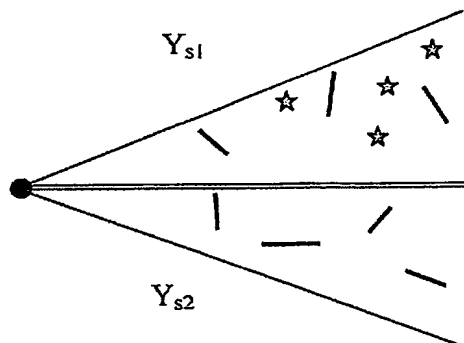


Fig.4b

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

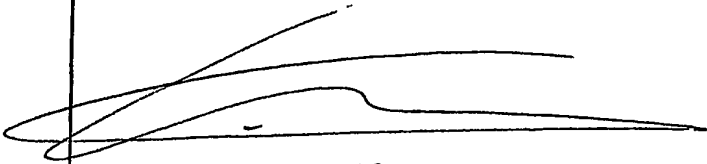
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		63124	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		6309/10	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE GENERATION D'ELEMENTS SPECIFIQUES, ET PROCÉDE ET DISPOSITIF DE GENERATION D'IMAGES DE SYNTHÈSE COMPORTANT DE TELS ELEMENTS SPECIFIQUES			
LE(S) DEMANDEUR(S) : THALES 173, boulevard Haussmann 75008 PARIS			
DESIGNÉ(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		FOUSSE	
Prénoms		Henri	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		MENGUY	
Prénoms		Yann	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		PIERRE	
Prénoms		Dominique	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		 13 AOUT 2003	
SIMON Viviane			

PCT/EP2004/051302 ^W



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.